

**Illuminating device for microscopes and projectors**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE3624687  
Veröffentlichungsdatum : 1987-05-07  
Erfinder : ERBEN ALOIS DIPL PHYS (DD)  
Anmelder : JENOPTIK JENA GMBH (DD)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE3624687  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19863624687 19860722  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DD19850282303 19851101  
Klassifikationssymbol (IPC) : G02B21/06; G02B27/18; G02B6/26  
Klassifikationssymbol (EC) : G02B21/08  
Korrespondierende Patentschriften ☐ DD242105

**Bibliographische Daten**

The invention relates to an illuminating device for microscopes and projectors with the aim chiefly of increasing measurement accuracy. The main object is to achieve uniform illumination of the aperture stop as well as of the measuring or focussing plane. The illuminating device comprises a light source downstream of which are arranged an optical fibre bundle and a light-guiding body between which at least one curved, imaging optical surface is located which matches the transmission aperture of the optical fibre bundle to that of the light-conducting body. This at least one optical surface is implemented by an intermediate optical imaging system or by a concave light entry surface on the light-guiding body.

The light exit surface of the light-guiding body is implemented by a plane or curved surface.



Daten aus der **esp@cenet** Datenbank - - I2

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

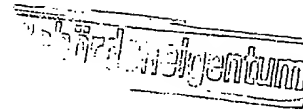


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3624687 A1

⑳ Aktenzeichen: P 36 24 687.5  
㉑ Anmeldetag: 22. 7. 86  
㉒ Offenlegungstag: 7. 5. 87

㉓ Int. Cl. 4:  
G 02 B 21/06  
G 02 B 27/18  
G 02 B 6/26



DE 3624687 A1

㉔ Unionspriorität: ㉕ ㉖ ㉗  
01.11.85 DD WP G 01 B/282 303 8

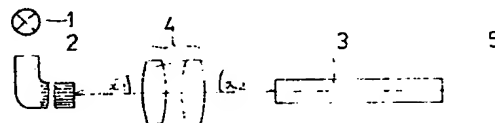
㉘ Anmelder:  
Jenoptik Jena GmbH, DDR 6900 Jena, DD

㉙ Erfinder:  
Erben, Alois, Dipl.-Phys., DDR 6900 Jena, DD

㉚ Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope und Projektoren

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope und Projektoren mit dem Ziel, vor allem die Meßgenauigkeit zu erhöhen. Aufgabe ist es vor allem, eine gleichmäßige Ausleuchtung der Aperturblende sowie der Meß- oder Einstellebene zu erreichen.

Die Beleuchtungseinrichtung umfaßt eine Lichtquelle, der ein Lichtleitfaserbündel und ein Lichtleitkörper nachgeordnet sind, zwischen denen sich mindestens eine gekrümmte, abbildende, die Übertragungsapertur des Lichtleitfaserbündels an die des Lichtleitkörpers anpassende, optische Fläche befindet. Diese mindestens eine optische Fläche ist durch ein optisches Zwischenabbildungssystem oder durch eine konkave Lichteintrittsfläche am Lichtleitkörper realisiert. Die Lichtaustrittsfläche des Lichtleitkörpers ist durch eine ebene oder gekrümmte Fläche realisiert.



DE 3624687 A1

## Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope oder Projektionen, insbesondere für Meßmikroskope oder Meßprojektoren, mit einer Lichtquelle, welcher ein Lichtleitfaserbündel und ein Lichtleitkörper nachgeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Lichtfaserbündel und Lichtleitkörper mindestens eine gekrümmte, abbildende, die Übertragungsapertur des Lichtleitfaserbündels an die durch den Lichtleitkörper maximal übertragbare Apertur anpassende, optische Fläche vorgesehen ist, derart, daß im Lichtleitkörper eine Aperturvergrößerung in Relation zur Lichtleitfaser existiert.
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an oder in der Nähe der Austrittsfläche des Lichtleitkörpers mindestens eine gekrümmte, abbildende, optische Fläche im Strahlengang vorgesehen ist.
3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Raum zwischen Lichtleitfaserbündel und Lichtleitkörper ein optisches Abbildungssystem oder eine Konkavlinse angeordnet ist.
4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine plankonkave Linse mit verspiegelter oder polierter Mantelfläche mit ihrer Planfläche fest an der Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers angeordnet ist, wobei der Durchmesser der Linse gleich dem Durchmesser der Lichteintrittsfläche ist.
5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers als abbildende Konkavfläche ausgebildet ist.
6. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der ebenen Lichtaustrittsfläche des Lichtleitstabes eine Plankonvexlinse mit ihrer ebenen Fläche befestigt ist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope oder Projektoren, insbesondere für Meßmikroskope oder Meßprojektoren, die mit optoelektronischer Bildauswertung arbeiten.

Es sind Beleuchtungseinrichtungen aus der DE-OS 31 51 108 und DE-OS 31 47 998 bekannt, bei denen zur gleichmäßigen Ausleuchtung einer Aperturblende ein Lichtleitfaserbündel und unmittelbar daran angeschlossen, ein Lichtleitkörper zur Homogenisierung des aus dem Lichtleitfaserbündel austretenden Lichtes vorgesehen sind. Dieser Lichtleitkörper ist dabei unterschiedlich gestaltet, z. B. zylindrisch oder kegelig. Lichteintritts- und -austrittsflächen der Lichtleitkörper sind eben und besitzen einen runden oder viereckigen Querschnitt. Die Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers schließt sich ohne Zwischenschaltung weiterer abbildender Flächen oder Elemente unmittelbar an die Lichtaustrittsfläche des Lichtleitfaserbündels an.

Diese Einrichtungen besitzen vor allem zwei grundsätzliche Nachteile. Bei Benutzung eines zylindrischen Lichtleitstabes als Lichtleitkörper wird dessen Lichtleitvermögen nur teilweise ausgenutzt, da der Lichtleitstab mit Totalreflexion an der Grenzfläche Glas/Luft eine größere Apertur übertragen kann als ein Lichtleitfaserbündel, in dessen Einzelfasern Totalreflexionen an der Grenzfläche Faserkern/Fasermantel erfolgen. Lichtleit-

körper mit verspiegelter Mantelfläche besitzen relativ hohe Lichtverluste, die mit wachsender Zahl der Reflexionen sehr schnell anwachsen. Lichtleitkörper mit größerer Lichtaustrittsfläche sind bezüglich der Lichtmischung ungünstig, da bei ihnen die Zahl der Lichtreflexionen längs des Körpers vermindert ist. Lichtleitkörper mit verkleinerter Lichtaustrittsfläche erschweren die Realisierung genauer Aperturblenden an der Austrittsfläche.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich bei Anwendung der bekannten Einrichtungen bei Mikroskopen mit veränderlicher Lage der Einstellebene oder Meßebe des Mikroskopes zur Beleuchtungseinrichtung, wie sie bei Meßmikroskopen mit starr eingebauter Durchlichtbeleuchtungseinrichtung beim Messen von Meßobjekten unterschiedlicher Höhe bzw. Dicke auftritt. In diesem Falle liegt eine zur Einstellebene konjugierte Ebene ortsveränderlich im Lichtleitkörper oder in dessen Nähe. Insbesondere kann diese Ebene auch mit der Lichtaustrittsfläche des Lichtleitbündels zusammenfallen. Da sich die Ausleuchtung der zur Einstellebene konjugierten Ebene längs des Lichtleitkörpers im Sinne zunehmender Homogenisierung von der Lichteintritts- zur Lichtaustrittsfläche ändert, resultiert hieraus eine unterschiedliche Ausleuchtung unterschiedlicher Einstell- oder Meßebenen am Meßobjekt, was bei optoelektronischer 3-D-Messung zu systematischen Meßfehlern führen kann. Fällt die konjugierte Ebene mit der Lichtaustrittsfläche des Lichtleitbündels zusammen, so erscheint dessen Struktur in der Einstellebene des Mikroskopes, was zu systematischen Fehlern bei optoelektronischer Bildauswertung führt.

Es ist der Zweck der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und die Meß-Genauigkeit bei Meßmikroskopen zu erhöhen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope oder Projektoren zu schaffen, welche eine sehr gleichmäßige Ausleuchtung der Aperturblende bei gleichzeitiger guter Ausleuchtung der Einstellebene gestattet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Beleuchtungseinrichtung für Mikroskope oder Projektoren, insbesondere für Meßmikroskope oder Meßprojektoren, mit einer Lichtquelle, welcher ein Lichtleitfaserbündel und ein Lichtleitkörper nachgeordnet sind, dadurch gelöst, daß zwischen Lichtleitfaserbündel und Lichtleitkörper mindestens eine gekrümmte, abbildende, die Übertragungsapertur des Lichtleitfaserbündels an die durch den Lichtleitkörper maximal übertragbare Apertur anpassende, optische Fläche vorgesehen ist, derart, daß im Lichtleitkörper eine Aperturvergrößerung in Relation zur Lichtleitfaser existiert.

Zur Verbesserung der Ausleuchtung der Einstell- oder Meßebe des Mikroskopes und zur Verschiebung einer im Lichtleitkörper oder in dessen Nähe liegenden, zur Einstellebene konjugierten Ebene von der Lichtaustrittsfläche des Lichtleitbündels weg ist es günstig, daß an oder in der Nähe der Austrittsfläche des Lichtleitkörpers mindestens eine gekrümmte, abbildende, optische Fläche im Strahlengang vorgesehen ist. Gleiches wird auch erreicht, wenn an der ebenen Lichtaustrittsfläche des Lichtleitstabes eine Plankonvexlinse mit ihrer ebenen Fläche befestigt ist.

Es ist außerdem vorteilhaft, wenn im Raum zwischen Lichtleitfaserbündel und Lichtleitkörper ein optisches Abbildungssystem oder eine Konkavlinse angeordnet ist.

Ferner ist es günstig, daß eine plankonkave Linse mit

verspiegelter oder polierter Mantelfläche mit ihrer Planfläche fest an der Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers angeordnet ist, wobei der Durchmesser der Linse gleich dem Durchmesser der Lichteintrittsfläche ist. Des gleichen ist es ferner vorteilhaft, daß die Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers als abbildende Konkavfläche ausgebildet ist.

Durch die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung wird in einfacher Weise eine weitere Verbesserung der Ausleuchtung der Aperturblende bei gleichzeitig verbesserter Ausleuchtung der Einstell- oder Meßebe des Mikroskopes erreicht. Es wird eine bessere Lichtmischung durch Vergrößerung der Anzahl der Reflexionen innerhalb des Lichtleitkörpers erreicht. Die Ausleuchtung der Meß- und Einstellebene ist weitgehend unabhängig von deren Lage zur Beleuchtungseinrichtung, was sich besonders günstig bei optoelektronischer Bildantastung bzw. -auswertung auswirkt.

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Beleuchtungseinrichtung als Schema mit Abbildungssystem,

Fig. 2 eine Beleuchtungseinrichtung mit Bikonkavlinse,

Fig. 3 eine Beleuchtungseinrichtung mit am Lichtleitkörper angeordneter Plankonkavlinse,

Fig. 4 eine Beleuchtungseinrichtung mit am Lichtleitkörper angeordneter Hohlfläche,

Fig. 5 eine Beleuchtungseinrichtung mit Lichtleitkörper mit konvexer Lichtaustrittsfläche

Fig. 6 eine Beleuchtungseinrichtung mit Lichtleitkörper mit an der Lichtaustrittsfläche angesetzter Plankonvexlinse.

Die Beleuchtungseinrichtung nach Fig. 1 umfaßt eine Lichtquelle 1 und einen Lichtleitkörper 3, der als lichtleitendes Element einem Lichtleitfaserbündel 2 nachgeordnet ist. Zwischen dem Lichtleitfaserbündel 2 und dem Lichtleitkörper 3 ist mindestens eine gekrümmte, abbildende, die Übertragungsapertur  $\alpha_1$  des Lichtleitfaserbündels 2 an die durch den Lichtleitkörper 3 maximal übertragbare Apertur  $\alpha_2$  anpassende, optische Fläche vorgesehen, welche durch ein Zwischenabbildungssystem 4 realisiert wird. Dem Lichtleitkörper 3 ist ein Kollektor 5 im Strahlengang nachgeordnet.

Zur Anpassung der Apertur des Lichtleitfaserbündels 2 an die Übertragungsapertur des Lichtleitkörpers 3 ist gemäß Fig. 2 eine Bikonkavlinse 6 im Raum zwischen dem Lichtleitfaserbündel 2 und dem Lichtleitkörper 3 angeordnet. Fig. 3 zeigt eine Beleuchtungseinrichtung mit einer Plankonkavlinse 7, welche an der Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers 3 mit ihrer Planfläche ange kittet ist, wobei diese Plankonkavlinse 7 eine verspiegelte oder polierte Mantelfläche 8 besitzt und im Durchmesser mit dem des Lichtleitkörpers 3 übereinstimmt. Durch geeignete Glaskombination der ange kitteten Linse und des Lichtleitstabes kann der Farbzerstreuung entgegengewirkt werden. Gemäß Fig. 4 ist die Lichteintrittsfläche des Lichtleitkörpers 3 als Konkavfläche 9 ausgebildet. Damit wird der Lichtleitkörper 3 zu einer "dicken Linse".

Fig. 5 zeigt eine Beleuchtungseinrichtung, bei welcher dem Lichtleitfaserbündel 2 ein Lichtleitkörper 3 nachgeordnet ist, welcher eine konkave Lichteintrittsfläche 10 und eine konvexe Lichtaustrittsfläche 11 besitzt, die eine gekrümmte, abbildende, optische Fläche verkörpert. Diese abbildende Lichtaustrittsfläche 11 bildet eine zur Einstellebene 12 oder Meßebe konjugier-

te Ebene  $E_1$  von der Lichtaustrittsfläche des Lichtleitbündels 1 fort in Richtung der Lichtaustrittsfläche 11 des Lichtleitkörpers 3 in eine Ebene  $E_1$  ab. Betrag und Vorzeichen der gekrümmten Lichtaustrittsfläche 11 hängen von der nachgeschalteten Beleuchtungsoptik 13 bzw. der durch diese bestimmten Lage der konjugierten Ebene  $E_1$  ab. Bei Lage der Ebene  $E_1$  im Lichtleitkörper 3 ist eine konvexe Lichtaustrittsfläche 11 vorteilhaft.

Gleiches wird mit einem Lichtleitkörper 3 erreicht, welcher an der Lichteintrittsseite eine Plankonkavlinse 14 und an der Lichtaustrittsseite eine mit ihrer ebenen Fläche ange kittete Plankonvexlinse 15 besitzt (Fig. 6). Die ange kittete Plankonvexlinse 15 kann ferner dazu benutzt werden, chromatische Abbildungsfehler im Beleuchtungsstrahlengang zu korrigieren.

Zur weiteren Glättung der Intensitätsverteilung des Lichtes in der Aperturblende und in der Einstellebene bzw. Meßebe bei Meßmikroskopen können die gekrümmten Lichteintritts- bzw. Lichtaustrittsflächen des Lichtleitkörpers 3 mit einer Mattierung versehen sein.

Nummer:  
 Int. Cl. 4:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

36 24 687  
 G 02 B 21/06  
 22. Juli 1986  
 7. Mai 1987

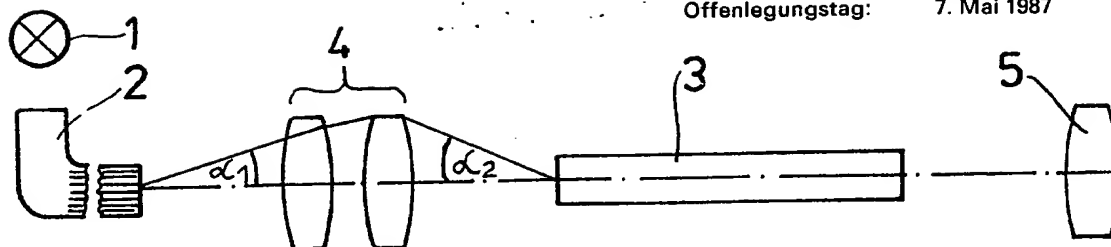


Fig. 1

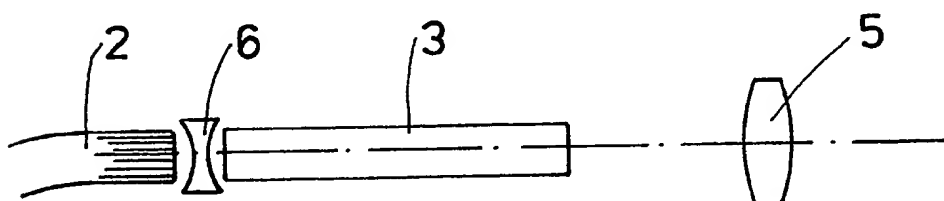


Fig. 2

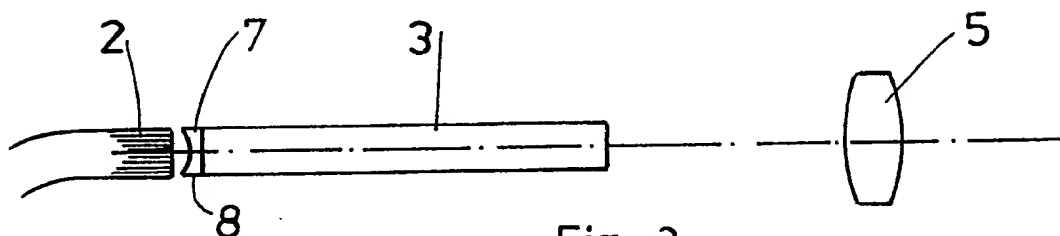


Fig. 3

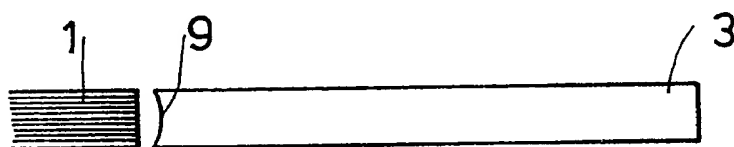


Fig. 4

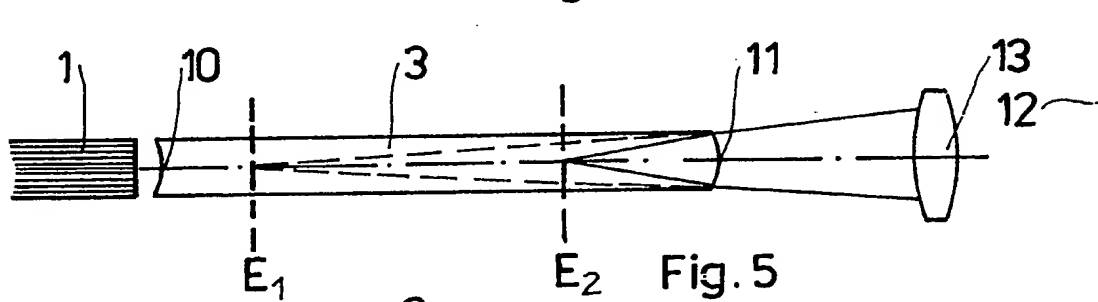


Fig. 5

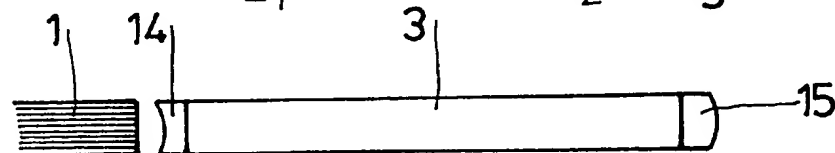


Fig. 6